

Practitioner's Docket No.: 791_203 NP

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the application of: Masahiro MURASATO and Yuki BESSHO

Ser. No.: 10/622,871

Group Art Unit: Not Assigned

Filed: July 17, 2003


Examiner: Not Assigned

Conf. No.: Not Assigned

For: PIEZOELECTRIC/ELECTROSTRICTIVE FILM TYPE DEVICE

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 addressed to Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on August 21, 2003 under "EXPRESS MAIL" mailing label number EL 989117550.


Tara L. Preston

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country was requested by applicants on July 17, 2003 for the above-identified application:

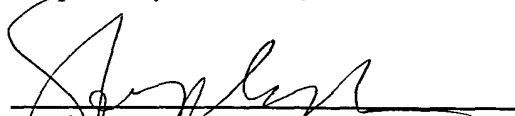
<u>Country</u>	<u>Application Number</u>	<u>Filing Date</u>
Japan	2003-165334	June 10, 2003

In support of this claim, a certified copy of the Japanese Application is enclosed herewith.

August 21, 2003

Date

Respectfully submitted,


Stephen P. Burr
Reg. No. 32,970

SPB:kms

BURR & BROWN
P.O. Box 7068
Syracuse, NY 13261-7068

Customer No.: 25191
Telephone: (315) 233-8300
Facsimile: (315) 233-8320

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 6 月 1 0 日
Date of Application:

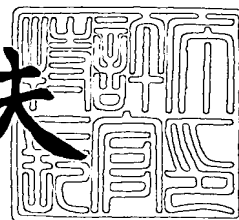
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 6 5 3 3 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 6 5 3 3 4]

出 願 人 日 本 碍 子 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 9 8 5 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 WP04408

【提出日】 平成15年 6月10日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 41/09
G02B 26/02

【発明の名称】 圧電／電歪膜型素子

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

【氏名】 村里 真寛

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

【氏名】 別所 裕樹

【特許出願人】

【識別番号】 000004064

【氏名又は名称】 日本碍子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088616

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 一平

【パリ条約による優先権等の主張】

【国名】 アメリカ合衆国

【出願日】 2002年 7月26日

【出願番号】 60/398917

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009689

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001231

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧電／電歪膜型素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミックスからなる基体と、該基体上に設けられた少なくとも一の圧電／電歪層と、該圧電／電歪層上に積層され、かつ該圧電／電歪層と電気的に接続される少なくとも一对の電極を含む圧電／電歪作動部を備える圧電／電歪膜型素子において、該圧電／電歪層と上部電極との外表面の少なくともいずれか一方に高撥水性表面が形成されていることを特徴とする圧電／電歪膜型素子。

【請求項 2】 高撥水性表面が、該圧電／電歪層及び該上部電極の外表面の内少なくとも何れか一方の外表面において開口する気孔内、及び／又は該基体と該圧電／電歪層間に存在する間隙への水分の浸入を十分に防止できる程度に改質された請求項 1 に記載の圧電／電歪膜型素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、圧電／電歪膜型素子に関し、より詳しくは、セラミックスからなる基体上に、圧電／電歪磁器組成物からなる少なくとも一の圧電／電歪層と、圧電／電歪層に電気的に接続される少なくとも一对の電極とを備える圧電／電歪膜型素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 圧電／電歪膜型素子は、微小変位を制御することができる他、高電気／機械変換効率、高速応答性、高耐久性、及び少消費電力等の点でも優れた特性を有するものであるため、変位制御素子、個体素子モータ、インクジェットヘッド、リレー、スイッチ、シャッター、ポンプ、光変調デバイス、又はフィン等の種々の用途に用いられている。

【0003】 また、従来の圧電／電歪膜型素子としては、セラミックスからなる基体上に、下部電極と、圧電／電歪層と、上部電極とを順に積層した圧電／電歪作動部を備えるいわゆるサンドイッチ型の圧電／電歪膜型素子（特許文献 1）、或いはセラミックスからなる基体上に、複数の圧電／電歪層、及び電極からなり、各圧電／電歪層が、負極と正極とを交互に挟んで積層されてなる圧電／電歪

作動部を備えるいわゆる多層型の圧電／電歪膜型素子が広く知られている（特許文献2）。前者のサンドイッチ型の圧電／電歪膜型素子は、圧電／電歪作動部が非常に薄いため、電圧印可時の圧電／電歪素子の歪み量に対して、圧電／電歪作動部の屈曲変位が大きいという利点を有し、後者の多層型の圧電／電歪膜型素子は、複数の圧電／電歪層を積層することから圧電／電歪層の歪量を積算することができ、歪みと同方向の変位を大きくすることができるという利点を有するものである。

【0004】 ところで、これら圧電／電歪膜型素子にあつては、各電極間の絶縁を確保して圧電／電歪層の絶縁破壊を回避することが、素子の基本特性を確保する上で当然に要求されることから、当該絶縁破壊を回避する様々な試みがなされている。例えば、図20に示すように、圧電／電歪層73を、下部電極77の上面を覆い、かつその端部が基体44上へ突出する大きさに設けた圧電／電歪膜型素子30が開発されている（特許文献1）。

【0005】 この圧電／電歪膜型素子30では、圧電／電歪層73の突出部分79を、アルミナ等からなる基体44に直接固着させると、圧電／電歪層73の両端が固定されてその伸縮（圧電／電歪層は、電圧の付加により厚さ方向に対する垂直方向に伸縮する。）が妨げられ、屈曲変位が小さくなるため、当該突出部分79を基体44に対して、不完全結合状態で設けるのが通常である（特許文献1）。

【0006】 一方、圧電／電歪膜型素子にあつては、高集積化、高変位化等の要請から1層の圧電／電歪層の厚さが20 μ m以下と薄層化する傾向にあるが、製造の際にセラミックス原料にバインダー等有機化合物を含有させることから、焼成後の圧電／電歪層に小さな気孔（気孔径0.5～5 μ m）が形成され、その一部は圧電／電歪層の外表面に開口している（特許文献2）。また、圧電／電歪層上部に形成された上部電極を貫通する形で、外表面に開口している気孔が形成されることがある。

【0007】 このため、これら圧電／電歪膜型素子を結露を生じ易い高湿度の環境で使用した場合には、圧電／電歪層外表面に開口する気孔内に水分が浸入して、圧電／電歪層の絶縁距離が短縮化し、比較的薄い圧電／電歪層を設けた素

子では、上部電極と中間電極間、または中間電極と下部電極間で絶縁破壊を生じてしまうという問題があった。また、気孔が存在することで、圧電／電歪素子表面への水分吸着（付着）が促進されるため、表面リーク電流が発生して絶縁破壊することもあった。

【0008】 更に、図20に示すような、圧電／電歪層73が、その端部を基体44上へ突出させて設ける圧電／電歪膜型素子30にあっては、圧電／電歪層73の突出部分79と基体間の間隙（0.2～10 μ m）70に水分が浸入し、圧電／電歪層73の剥離の原因になっていた。

【0009】 これに対して、いわゆる多層型の圧電／電歪膜型素子において、圧電／電歪層の表面を被覆するとともに、当該表面に開口する気孔を充填する酸化物層を、圧電／電歪層上に形成した圧電／電歪膜型素子が開示されており（特許文献2）、当該圧電／電歪膜型素子によれば、前述した気孔内への水分の浸入を完全に回避することができる。

【0010】

【特許文献1】

特開平6-260694号公報

【特許文献2】

特開平5-124188号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、この圧電／電歪膜型素子においては、圧電／電歪層の表面に開口する気孔を充填するとともに、当該圧電／電歪層の表面を被覆する酸化物層が積層される結果、圧電／電歪層が当該酸化物層による拘束を受け、曲げモーメントの上昇を引き起こし、圧電／電歪層の屈曲変位を低減させてしまうという問題があった。また、開気孔部に圧電／電歪素子材料と異なるものを挿入することにより、変位を阻害することもあった。特に、当該酸化物層による影響は、いわゆる多層型の圧電／電歪膜型素子では、主に最上層に位置する圧電／電歪層に対してのみであるため、その影響は比較的小さいが、前述したサンドイッチ型の圧電／電歪膜型素子の如く、圧電／電歪層の積層数の少ない素子にあっては、その影響は非常に大きく、被膜や開気孔への充填によらず水

分の浸入による絶縁破壊を防止する手段が強く望まれていた。

【0012】 本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、圧電／電歪層の屈曲変位を低減することなく、高湿度環境下でも、絶縁破壊や短絡のない圧電／電歪膜型素子を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、上述の課題を解決するべく鋭意研究した結果、圧電／電歪層又は上部電極の外表面の内少なくとも何れか一方の外表面を、表面改質して、該外表面上に所望の高撥水性表面をとすることにより、上記問題を解決し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0014】 即ち、本発明は、セラミックスからなる基体と、該基体上に設けられた少なくとも一の圧電／電歪層と、該圧電／電歪層上に積層され、かつ該圧電／電歪層と電気的に接続される少なくとも一对の電極を含む圧電／電歪作動部を備える圧電／電歪膜型素子において、該圧電／電歪層と上部電極との外表面の少なくともいずれか一方に高撥水性表面が形成されていることを特徴とする圧電／電歪膜型素子を提供するものである。

【0015】 更に、本発明は、高撥水性表面が、該圧電／電歪層及び該上部電極の外表面の内少なくとも何れか一方の外表面において開口する気孔内、及び／又は該基体と該圧電／電歪層間に存在する間隙への水分の浸入を十分に防止できる程度に改質された圧電／電歪膜型素子を提供するものである。

【0016】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の圧電／電歪膜型素子について実施の形態を具体的に説明するが、本発明は、これらにより何ら限定的に解釈されるものではなく、本発明の本旨を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて、種々の変更、修正、改良を加え得るものであることは言うまでもない。

【0017】 図1～10に示すように、本発明の圧電／電歪膜型素子10は、セラミックスからなる基体44上に、少なくとも一の圧電／電歪層73、及びこの圧電／電歪層73に電気的に接続される少なくとも一对の電極75、77（75～77）を積層してなる圧電／電歪作動部78を備えるものである。そして、本発明においては、図9または10に示すように、少なくとも、当該圧電／電歪

層 73 又は上部電極 75 の外表面に高撥水性表面が設けられておりこれら外表面に開口する気孔 81 の内部、又は基体 44 と圧電／電歪層 73 間の間隙 70 への水分 91 の浸入を実質的に防止することができる。

【0018】 これにより、圧電／電歪層 73 及び／又は上部電極 75 の外表面に開口する気孔 81 に水分が浸入することがなく、圧電／電歪層 73 の絶縁破壊や短絡が実質的に生じない圧電／電歪膜型素子とすることができる。また、各電極 75、77 (75～77) の上表面、及び下表面と接触していない突出部分 79 を有する圧電／電歪層 73 を設けた圧電／電歪膜型素子等にあっても、圧電／電歪層 73 と基体 44 間の間隙 70 への水分の浸入を実質的に防止し、かくして、圧電／電歪層 73 と基体 44 との接触界面での剥離が実質的に発生しない耐久性に優れた圧電／電歪膜型素子 10 とすることができる。加えて、本発明の圧電／電歪膜型素子 10 は、圧電／電歪層 73 の表面のみを改質するものであるため、形成された高撥水性表面による圧電／電歪層に対する拘束を生じることは殆どなく、圧電／電歪層 73 の屈曲変位等の特性を低減することなく、上記の効果を発揮することができる。以下、各構成要素毎に、本発明に係る素子について具体的に説明する。

【0019】 図 1～6 に示すように、本発明における基体 44 としては、例えば、薄板状の振動部 66 と厚肉のセラミックス部材からなる固定部 68 とを一体化した構造のものを挙げることができる。また、これらの構造の基体 44 では、薄板状の振動部 66 が、圧電／電歪層 73 が載置される位置以外で固定部 68 と固着しており、圧電／電歪層 73 が載置される位置に対応して、振動部 66 の下部には、通常キャビティ 48 が設けられる。

【0020】 また、振動部 66 は、図 3、及び図 6 に示すように、厚さ方向の断面が四角形（矩形を含む）の平板でもよいが、図 2、及び図 5 に示すように、振動部 66 の中央部がキャビティ 48 の方向へ屈曲した屈曲形状、或いは図 1、及び図 4 に示すように、厚さ方向の断面が W 字状形状をなすものが、屈曲変位が大きな点で好ましく、後者の W 字状形状のものが特に好ましい。

【0021】 なお、図 2、及び図 5 に示すような屈曲形状や、図 1、及び図 4 に示すような W 字状形状の振動部 66 は、圧電／電歪層 73 の焼成工程の際に、

圧電／電歪膜の短手方向への収縮を利用したり、圧電／電歪層 73 の上部と下部との焼成収縮開始タイミングや、焼成収縮量、更には振動部 66 の形状を調整することにより形成することができる。

【0022】 本発明において振動部 66 の厚さは、素子の機械的強度を確保しながらも、剛性の増大により圧電／電歪層 73 の屈曲変位を低下させない範囲とすることが好ましく、具体的には、 $1\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ の厚さが好ましく、 $3\sim 50\mu\text{m}$ の厚さがより好ましく、 $3\sim 12\mu\text{m}$ の厚さが特に好ましい。又、固定部 68 の厚さは、 $10\mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $50\mu\text{m}$ 以上がより好ましい。

【0023】 また、基体 44 の圧電／電歪作動部 78 を載置する面の形状としては、特に四角（矩形を含む）形状に限られるものではなく、円形でも、三角形等の四角形以外の多角形でも差し支えない。

【0024】 本発明における基体 44 は、セラミックスからなるものであれば、特に制限はないが、振動部 66 上に積層した圧電／電歪層 73 又は電極 75、77 等の加熱処理の際に変質しない耐熱性及び化学的安定性に優れる材料で構成することが好ましい。また、基体 44 は、当該基体 44 上に形成される下部電極 77 に通じる配線との電氣的な分離を行うため、電気絶縁材料であることが好ましい。

【0025】 具体的には、例えば、酸化ジルコニウム（安定化されたものを含む）、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化セリウム、スピネル、ムライト、窒化アルミニウム、窒化珪素、及びガラスよりなる群から選ばれる少なくとも 1 種を挙げることができる。中でも、機械的強度が大きく、靱性に優れるため、構造上薄く振動が負荷される振動部 66 の耐久性を向上させることができ、しかも、化学的安定性が高く、圧電／電歪層 73 や電極 75、77 と反応性が極めて小さい点で、安定化された酸化ジルコニウムを含むものが好ましい。

【0026】 また、安定化された酸化ジルコニウムとしては、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化イットリウム、酸化スカンジウム、酸化イッテルビウム、酸化セリウム又は希土類金属の酸化物等の安定化剤を含有するものを挙げることができる。また、これら安定化剤の添加量は、酸化イットリウムや酸化イッ

テルビウムの場合にあつては、1～30モル%が好ましく、1.5～10モル%がより好ましい。また、酸化セリウムの場合にあつては、6～50モル%が好ましく、8～20モル%がより好ましい。また、酸化カルシウムや酸化マグネシウムの場合にあつては、5～40モル%が好ましく、5～20モル%がより好ましい。また、これら安定化剤の中でも特に酸化イットリウムを添加したものが好ましく、その場合の添加量としては、1.5～10モル%がより好ましく、2～4モル%が特に好ましい。

【0027】 また、当該振動部66は、上記セラミックスの他、焼結助剤として用いられる粘土等に含まれる酸化珪素、酸化ホウ素等の成分を含有するものであってもよい。但し、これらの成分が過剰に含まれると、基体44と圧電／電歪層73との反応により、圧電／電歪層73として所望とされる特定の組成を維持することが困難となり、圧電／電歪特性を低下する原因となる。従つて、本発明における基体44の振動部66では、粘土等に含まれる酸化珪素、酸化ホウ素等は、振動部66中、20質量%以下であることが好ましく、3質量%以下であることがより好ましい。

【0028】 また、振動部66を構成するセラミックスは、当該振動部66の機械的強度を高めるため、結晶粒の平均粒径が、0.05～2 μ mであることが好ましく、0.1～1 μ mであることがより好ましい。

【0029】 次に、図1～6、11～15に示すように、本発明における電極75、77（75～77）は、圧電／電歪層73（71、72）に電氣的に接続されるものであり、代表的な例としては、図1～3に示すような、圧電／電歪層73の上面と下面に一对の平膜上の電極75、77を積層したものを挙げることができる。また、図11及び図12に示すように、圧電／電歪層73の上面に、一对の櫛形電極175、177を形成したもの、或いは図13に示すように、圧電／電歪層73下面に、一对の櫛形電極175、177を形成したものを変形例として挙げるができる。

【0030】 更には、図14に示すように、圧電／電歪層73の下表面に単一の平膜状の電極277を形成し、圧電／電歪層73の上表面に、複数の帯状の電極275を形成したもの、或いは図15に示すように、圧電／電歪層73に櫛型

の一对の電極 175、177 を埋め込んで、電界方向で、複数に区分けされた圧電／電歪層 73 の各部間に、各電極 175、177 が交互に配設されているものを挙げることができる。

【0031】 また、本発明においては、図 4～6 に示すような多層型の圧電／電歪膜型素子 20 とすることもでき、この場合には、複数の圧電／電歪層 71、72 及び電極 75～77 を設け、各圧電／電歪層 71、72 間に、各電極 75～77 を交互に挟持させて圧電／電歪膜型素子を構成させるものが好ましい。

【0032】 なお、図 11～図 14 に示す圧電／電歪膜型素子では、消費電力を低く抑えることができるという利点があり、図 15 に示す圧電／電歪膜型素子では、歪み、発生力の大きな電界方向の逆圧電効果を効果的に利用できる構造であることから、大変位の発生に有利になる。

【0033】 本発明において、これら図 1 等 に示す電極 75、77 (75～77) の厚さは、用途に応じて適当な厚さとすればよいが、過剰に厚いと電極が緩和層として作用し、屈曲変位が小さくなり易いため、15 μm 以下の厚さであることが好ましく、5 μm 以下の厚さであることがより好ましい。

【0034】 また、電極 75、77 (75～77) の材料としては、室温で固体であり、電極と基体及び／又は圧電／電歪層を一体化する焼成の際の高温酸化雰囲気能耐えられ、導電性に優れた材料で構成されていることが好ましい。具体的には、例えば、アルミニウム、チタン、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、ニオブ、モリブデン、ルテニウム、パラジウム、ロジウム、銀、スズ、タンタル、タングステン、イリジウム、白金、金、若しくは鉛等の金属単体、又はこれらの合金を挙げることができる。また、これらの金属に、圧電／電歪層、又は酸化ジルコニウム、酸化セリウム、又は酸化チタン等の前述した基体 44 を構成する材料を分散させたサーメット材料を用いてもよい。

【0035】 また、本発明において電極 75、77 (75～77) の材料は、圧電／電歪層 73 (71、72) の形成方法を考慮することが好ましく、例えば、図 1～3 に示す圧電／電歪膜型素子 10 において、圧電／電歪層 73 の加熱処理の際に、既に基体 44 上に形成されている下部電極 77 にあっては、その圧電／電歪層 73 の加熱処理温度においても変化しない白金族の単体、白金族の単体

と金及び／又は銀との合金、白金族同士の合金、或いは白金族の異なる２種以上の金属、金及び／又は銀との合金等の高融点金属を使用することが好ましい。また、図４～６に示すような多層構造の圧電／電歪膜型素子２０においても、各圧電／電歪層７１、７２の加熱処理の際に既に形成されている、最下層に位置する電極７７、及び各圧電／電歪層７１、７２間に設けられる中間電極７６は、上記高融点金属を使用することが好ましい。

【００３６】 一方、図１～３に示す圧電／電歪膜型素子１０において、圧電／電歪層７３を加熱処理した後に、当該圧電／電歪層７３上に形成される上部電極７５（図４～６に示す多層型の圧電／電歪膜型素子２０の場合には、最上層に位置する電極７５）にあつては、低温で電極形成を行うことができるので、上記高融点金属の他、アルミニウム、金、銀等の低融点金属を使用してもよい。

【００３７】 また、図４～６に示すような多層型の圧電／電歪膜型素子においては、最下層に位置する電極７７、および各圧電／電歪層７１、７２間に設けられる中間電極７６を、白金等を主成分とする電極材料に、例えば、酸化ジルコニウム、酸化セリウム、又は酸化チタン等の添加物を含有する材料で構成させることも好ましい。理由は定かではないが、このような材料で構成させることにより、電極と圧電／電歪素子間の剥離を防止することができる。また、上記各添加物は、全電極材料中、０．０１～２０質量％含有させることが所望の剥離防止効果が得られる点で好ましい。

【００３８】 なお、電極を形成する方法としては、例えば、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、ＰＶＤ、イオンプレーティング、ＣＶＤ、メッキ、スクリーン印刷、スプレー、又はディッピング等を挙げることができる。

【００３９】 図７～１０、１６、１７に示すように、本発明における圧電／電歪層７３は、圧電／電歪層７３の外表面が、表面改質されており、当該外表面に開口する気孔８１の内部、又は基体４４と圧電／電歪層７３（７１、７２）間の間隙７０への水分８１の浸入を阻止できる高撥水性表面を有しているものである。

【００４０】 ここで、本明細書中、「表面改質」とは、圧電／電歪層又は電極を構成するセラミックス又は金属のうち、圧電／電歪層及び／又は電極の外表面

部分が、その撥水性において、改質前の材質と比べて、化学変化により、増大していることを意味し、必ずしも圧電／電歪層又は電極を構成するセラミックス又は金属が外気から完全に物理的に遮蔽されていなくともよい。つまり、本発明でいう表面改質は、圧電／電歪層を構成するセラミックス又は金属が外気から物理的に遮蔽する機能を示す被膜とは異なる概念である。なお、図 7～10 中では、表面改質を行った箇所は、破線を使用して模式的に示した。

【0041】 本発明において、当該表面改質のなされている圧電／電歪層 73 (71、72) 又は電極 75 としては、例えば、フッ素系高分子化合物が、圧電／電歪層を構成するセラミックス又は金属の表面において表面に存在する原子または分子の一部と結合して、圧電／電歪層表面又は電極表面に、高撥水性を示すようにフッ素系高分子化合物が配列された構造を挙げることができる。

【0042】 本発明において、このような表面改質は、例えば、フッ素系高分子化合物を主成分とする表面改質剤を圧電／電歪層 73 表面又は電極 75 表面に塗付し、フッ素系高分子化合物をセラミックス又は金属の表面に存在する原子または分子の一部と結合させることにより行うことができる。

【0043】 また、この際用いられる表面改質剤としては、例えば、フッ素系高分子化合物をハイドロフルオロエーテルに溶解させたもの；フッ素系高分子化合物をハイドロフルオロエーテルに溶解し、更にポリテトラフルオロエチレン (PTFE) を分散混合したもの；メタキシレンヘキサフロライドを主成分とするシリコン溶液；3, 3, 3-トリフロロプロピルトリメトキシシラン、フッ素系高分子化合物の酢酸エチル溶液等を挙げることができる。中でも、形成された改質層の撥水性が大きな点で、フッ素系高分子化合物をハイドロフルオロエーテルに溶解させたものが好ましく、フッ素系高分子化合物をハイドロフルオロエーテルに溶解し、更にポリテトラフルオロエチレン (PTFE) を分散混合したものが、更に大きな撥水性が得られる点でより好ましい。

【0044】 また、フッ素系高分子化合物をハイドロフルオロエーテルに溶解した表面改質剤、又はフッ素系高分子化合物をハイドロフルオロエーテルに溶解し、更にポリテトラフルオロエチレン (PTFE) を分散混合した表面改質剤では、塗付時における表面改質剤の拡散性に優れるとともに、表面改質後の撥水効

果が大きな点で好ましく、また、フッ素系高分子化合物の固形分濃度が0.1～10%のものが好ましく、0.2～5%のものがより好ましく、1～4%のものが更に好ましく、2～3%のものが特に好ましい。

【0045】 なお、本発明において用いられる表面改質剤は、無色透明のものでもよいが、表面改質した領域を確実に判別するために着色剤が混合された有色のものであっても差し支えない。

【0046】 また、市販されている表面改質剤としては、例えば、菱江化学株式会社製RFH-01（フッ素系高分子化合物の固形分濃度：2%）、菱江化学株式会社製RFH-02（フッ素系高分子化合物の固形分濃度：1%）、菱江化学株式会社製RFH-10（フッ素系高分子化合物の固形分濃度：0.2%）、菱江化学株式会社製RFH-10R（フッ素系高分子化合物の固形分濃度：0.3%、着色剤入り）、菱江化学株式会社製PTFEグレード=RFH-10R（フッ素系高分子化合物の固形分濃度：1.2%）、信越化学工業株式会社製メタキシレンヘキサフロライド95%以上を含有するシリコン溶液KP-801M、信越化学工業株式会社製トリフルオロオルガノシラン系溶液KBM-7103、又は株式会社アサヒ化学研究所製CT-301S-2等が好ましい。

【0047】 また、本発明における表面改質の方法は、上記表面改質剤を少なくとも圧電／電歪層を含む部位に塗布すればよいが、その際の塗付方法としては、例えば、スピンコート法、ディッピング法、刷毛塗り法、ディスペンサー法、又はインクジェット法を挙げることができる。

【0048】 また、スピンコート法による表面改質剤の塗付は、例えば、圧電／電歪膜型素子を、その基体の圧電／電歪層を配設した面と反対面をUVシートでマスキングした状態で、試料台に固定し、表面改質剤を、圧電／電歪膜型素子表面に滴下した直後、試料台の回転数を1000～3000rpmまで上げて10秒～5分程度回転させて行えばよい。また、刷毛塗り法による表面改質剤の塗付は、配線、部品を組み立てた後の圧電／電歪素子表面に表面改質剤を刷毛塗りすればよい。なお、本発明で用いられる表面改質剤は、通常、圧電／電歪層表面において表面張力が非常に小さく、上記塗布方法で自然に圧電／電歪層表面に開口する気孔内、又は圧電／電歪層と基体の間隙に浸入することができる。また、

本発明においては、上記改質剤の塗付後に、自然乾燥等で室温で10分以上放置して乾燥すれば表面改質処置が完了する。

【0049】 なお、過剰な表面改質剤の塗付は、圧電／電歪層、基体、又は電極上に圧電／電歪素子の性能に直接影響を及ぼすような被膜を形成してしまうことがあるので、表面改質剤を塗付後、過剰な表面改質剤を除去することが好ましい。この点、表面改質剤の塗付の際に、回転力で、過剰な表面改質剤を除去することができるためスピコート法が好ましい。もっとも、刷毛塗り法等でも、表面改質剤の塗付後、圧縮空気を吹き付けて過剰な表面改質剤を除去すればよい。

【0050】 本発明における表面改質は、圧電／電歪層73又は電極75の外表面を高撥水性表面とするものであるが、例えば、図7に示す素子を例にとると、当該表面改質は、少なくとも、圧電／電歪層73又は電極75の外表面に開口する気孔81内、又は基体44と圧電／電歪層73間の間隙（未接合部）70への水分91の浸入を阻止するに十分な程度になされていればよく、必ずしも、圧電／電歪層73又は電極75の外表面に開口する気孔81の内面を含む圧電／電歪層73又は電極75の外表面全体が表面改質されている必要はなく、例えば、図16に示すように、圧電／電歪層73又は電極75における当該気孔81の開口部81a付近で表面改質がされていれば、当該気孔の底部81bに至る面までも表面改質がされている必要はなく、同様に、図17に示すように、突出部分79を有する圧電／電歪層73を設けた圧電／電歪膜型素子10にあっても、圧電／電歪層73における基体44と圧電／電歪層73間の間隙70の開口部70（a）付近で表面改質がされていれば、基体44と間隙70を形成する圧電／電歪層部位73（a）全体に表面改質がされている必要はない。もっとも、より確実に水分の浸入を回避するには、圧電／電歪層73の外表面に開口する気孔81の内面等を含む圧電／電歪層73の外表面全体で表面改質がされていることが好ましいことはいうまでもない。

【0051】 また、本発明においては、図7、8に示すように、表面改質は、圧電／電歪層73（71、72）又は電極75（図中では圧電／電歪層のみについてなされているものを示す。）のみについてなされているものでもよい。但し、図9に示すように、気孔81は、電極を貫通して圧電／電歪層に至るものもあ

ることから、より確実に絶縁破壊を防止するためには、表面改質が、圧電／電歪層 73 に加え、上部電極 75 に対してもなされているものが好ましい。また、図 10 に示すように、表面改質が、更に基体 44 の圧電／電歪層載置面でもなされているものが素子の耐候性（耐湿性、耐光性、耐酸性、耐汚染性）を向上できるとともに、基体 44 と圧電／電歪層 73 間への水分の浸入をより抑制できる点で好ましい。

【0052】 本発明において、圧電／電歪層 73 は、必ずしも、図 1～6 に示すような突出部分 79 を有するものでなくともよいが、電極間の絶縁を確実にしめるには当該突出部分 79 を設けることが好ましい。また、当該突出部分 79 を有する圧電／電歪層 73 を設ける場合には、当該突出部分 79 が、基体から完全に離隔しているものでも、一部で接合しているものでもよい。なお、既に述べたように、本発明が、当該突出部分 79 を有する圧電／電歪層 73 を設ける圧電／電歪膜型素子 10 で、特に好ましく適用できることはいうまでもない。

【0053】 本発明において、圧電／電歪層 73（71、72）の材料としては、圧電若しくは電歪効果等の電界誘起歪みを起こす材料であればよく、結晶質でも非晶質でもよい。また、半導体やセラミックスや強誘電体セラミックス、又は反強誘電体セラミックス何れでもよく、用途に応じて適宜選択し採用すればよい。

【0054】 具体的な材料としては、ジルコン酸鉛、チタン酸鉛、ジルコン酸チタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、マンガンタンゲステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛、チタン酸バリウム、チタン酸ナトリウムビスマス、ニオブ酸カリウムナトリウム、又はタンタル酸ストロンチウムビスマスを 1 種単独で、又は 2 種以上含有するセラミックスを挙げることができる。特に、高い電気機械結合係数と圧電定数を有し、圧電／電歪膜の焼結時におけるセラミックス基体との反応性が小さく、安定した組成のものが得られる点において、ジルコン酸チタン酸鉛（PZT系）、及び、マグネシウムニオブ酸鉛（PMN系）を主成分とする材料、又はチタン酸ナトリウムビスマスを主成分とする材料が好ましい。

【0055】 更に、これらセラミックス材料に、ランタン、カルシウム、スト

ロンチウム、モリブデン、タンゲステン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガン、セリウム、カドミウム、クロム、コバルト、アンチモン、鉄、イットリウム、タンタル、リチウム、ビスマス、又はスズ等の酸化物の1種単独、又は2種以上添加された材料を用いてもよい。例えば、主成分であるジルコン酸鉛とチタン酸鉛及びマグネシウムニオブ酸鉛にランタンやストロンチウムを含有させることにより、坑電界や圧電特性の調整が可能となる等の利点を得られるからである。

【0056】 本発明において、図1等を示す圧電／電歪層73の厚さは、素子の機械的強度、及び所望の屈曲変位の確保という点から、基体44の厚さとほぼ同等の厚さとすることが好ましい。具体的には、基体44の振動部66との厚さの比（振動部／圧電／電歪層）が、0.1～3.0であることが好ましく、0.3～1.0であることがより好ましく、0.5～5であることが特に好ましい。

【0057】 基体44との厚さの比（基体／圧電／電歪層）が、この範囲であれば、基体44上に圧電／電歪材料を塗布した後、加熱処理して圧電／電歪層73を形成する際に、圧電／電歪層73の焼成収縮に基体44（振動部66）が追従し易く、圧電／電歪層73と基体44との境界界面での剥離を生じることなく、基体44を緻密な圧電／電歪層73と一体化することができる。また、圧電／電歪層73の屈曲による振動に対して十分な耐性を付与することができる。

【0058】 圧電／電歪層73の厚さとしては、素子の更なる小型化等を可能とするためには、その厚さが5～100 μm であることが好ましく、5～50 μm であることがより好ましく、5～30 μm であることが特に好ましい。

【0059】 また、図4～6に示す多層型の圧電／電歪膜型素子20の場合には、薄膜状の多層型圧電／電歪膜型素子とすることで、アスペクト比を高くすることができる点で、圧電／電歪層71、72の1層当たりの厚さを、30 μm 以下と薄くすることが好ましい。更には、複数の圧電／電歪層71、72を下層から順に徐々に薄くして形成することが好ましく、例えば、下からn番目の圧電／電歪層の厚さ t_n が、式 $t_n \leq t_{n-1} \times 0.95$ で規定される条件を満たすように形成することが好ましい。圧電／電歪層の歪み量は、同じ駆動電圧では、圧電／電歪層の厚さが薄い程大きいため、上部に形成される圧電／電歪層が、下部に形

成される圧電／電歪層より大きく歪むようにすることで、曲げ効率を高め、屈曲変位をより有効に発現することができる。

【0060】 本発明における圧電／電歪層 73 は、例えば、前述したセラミックス材料等からなる圧電／電歪材料を、基体 44 に形成された下部電極 77 上に積層した後（図 4～6 に示す多層型の圧電／電歪素子 20 の場合には、各圧電／電歪層 71、72 を積層した際にその都度、又は各圧電／電歪層 71、72 を総て積層した後）、所定温度で熱処理することにより得ることができる。

【0061】 本発明において用いられる圧電／電歪材料は、例えば、酸化物混合法、共沈法やアルコキシド法等により調製することができる。

【0062】 また、圧電／電歪材料を塗布する方法としては、スクリーン印刷法、ディッピング法、塗布法、若しくは電気泳動法等の各種厚膜形成法、又はイオンビーム法、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、化学気相蒸着法（CVD）、若しくはめっき等の各種薄膜形成法を挙げることができ、中でも、良好な圧電／電歪特性を有する圧電／電歪層 73 が得られる点で、スクリーン印刷法、ディッピング法、塗布法、又は電気泳動法等の厚膜形成法が好ましい。

【0063】 なお、前述した突出部分 79 を設けるには、圧電／電歪材料を、各電極の上面及び下面を覆うより広い範囲で、印刷、又は塗布等すればよい。また、この際に、基体の材料として、例えば、酸化ジルコニウム等の当該圧電／電歪材料と加熱処理時における反応性が低い材料を選択することで、圧電／電歪層の突出部分 79 を基体 44 に対して完全な非結合状態とすることができる。

【0064】 また、図 4～9 に示す多層型の圧電／電歪膜型素子 20 とする場合には、例えば、基体 44 上に電極 77 を積層した後、圧電／電歪材料を、上記各種方法により、複数の電極 75、76 と交互に積層させて、最後に電極 75 を配設すればよい。

【0065】 本発明において、圧電／電歪材料を下部電極 77 上に形成した後（図 4 等 に示す多層型の圧電／電歪素子 20 の場合には、最下層、及び中間層に位置する電極間にそれぞれ圧電／電歪材料を積層した際、その都度、又は圧電／電歪材料を必要な総ての層で積層した後）の加熱処理は、1000～1400℃

の温度で行えばよく、この際、圧電／電歪材料における各成分の揮発を防いで、所望の組成の磁器組成物とするために、圧電／電歪材料と同組成の雰囲気制御材料を共存させて行うことが好ましい。

【0066】 以上、本発明の圧電／電歪膜型素子及びその製造方法について説明したが、本発明の圧電／電歪膜型素子は、例えば、図18、19に示すような表示素子や、インクジェットプリンタヘッドの駆動部120として用いることができる。具体的には、図18に示すように、光源160からの光180が導入される光導波板200とともに、本発明の圧電／電歪膜型素子10を主要構成要素とする駆動部120を、光導波板200の背面に対向し、かつ画素に対応する位置に配設し、更に、当該駆動部120上に画素構成体130を積層し、駆動部120の駆動動作により画素構成体130を光導波板200に接触・離隔させることにより表示素子とすることができる。また、図19に示すように、本発明の圧電／電歪膜型素子10を主要構成要素とし、その基体44のキャビティ48を加圧室100として構成させた駆動部120と、その駆動部120の加圧室100からインク噴出用流路117を通じて外部に開口するノズル孔112、及びインク供給源からインク供給用流路118を通じて駆動部120の加圧室100に開口するオリフィス孔114を有するインクノズル部材111とを接合一体化してインクジェットプリンタヘッドを構成させることができる。なお、表示素子やインクジェットプリンタヘッドの具体的な構成については、特開2001-343598公報、及び特開平11-147318号公報を参考までにここに引用する。

【0067】

【実施例】 以下、本発明を、圧電膜型素子による実施例により、更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に何ら限定されるものではない。なお、各実施例、及び比較例についての評価は以下のようにして行った。

【0068】

(評価方法)

(1) 屈曲変位

実施例及び比較例で得られた圧電膜型素子に、室温下、3 kV/mmの電界を

印加した際の変位量をレーザードップラー振動計により測定した。

【0069】

(2) 絶縁性試験

恒温恒湿槽を用い、温度 27℃、湿度 90% の条件下で、直流 40 V を印可した時の絶縁抵抗を評価した。

【0070】

(3) 撥水性

純水を滴下し、目視で撥水性を確認した。

【0071】

(実施例 1)

振動部及び固定部何れも Y_2O_3 で安定化された ZrO_2 からなる基体 (振動部の寸法: 1.6×1.1 mm、厚さ: $10 \mu m$) 上に白金からなる下部電極 (寸法: 1.2×0.8 mm、厚さ: $3 \mu m$) をスクリーン印刷法により形成し、 $1300^\circ C$ 、2 時間の熱処理により基体と一体化させた。

【0072】 その上に、Pb の一部を La で 0.1 mol% 置換した ($Pb_{0.999}La_{0.001}$) ($Mg_{1/3}Nb_{2/3}$) $0.375Ti_{0.375}Zr_{0.250}O_3$ (平均粒径 $0.49 \mu m$ 、最大粒径 $1.8 \mu m$) からなる圧電材料をスクリーン印刷法により下部電極の上面に対応する面を含むより広い 1.3×0.9 mm の範囲で、厚さ $20 \mu m$ で積層した。

【0073】 次いで、圧電材料と同一組成の雰囲気制御材料を、容器内に共存させ、電極が形成された基体上に圧電材料を積層したものを、 $1275^\circ C$ 、2 時間熱処理した。熱処理後の圧電層の厚さは、 $13 \mu m$ であった。

【0074】 次いで、圧電層の上に、金からなる上部電極を、スクリーン印刷法により、 1.2×0.8 mm の範囲で厚さ $0.5 \mu m$ で形成した後、 $600^\circ C$ で熱処理した。

【0075】 次いで、得られた素子を、基体の圧電／電歪層や電極を配設した面と反対側の部分を、UV シートでマスキングした状態で試料台に固定し、フッ素系高分子化合物をハイドロフルオロエーテルに溶解した表面改質剤 (菱江化学株式会社製 RFH-01 (フッ素系高分子化合物の固形分濃度: 2%)) を、素

子全体にスピコート法により塗布した。この際、試料台は、塗布液を滴下した直後、回転数を 2000 rpm まで上げて 30 秒回転させた。

【0076】 最後に、回転停止後、表面改質剤を塗布した素子を室温で 10 分放置して圧電／電歪層、基体、及び上部電極についてその表面の改質処理を行い、高撥水性の圧電／電歪膜型素子を製造した。

【0077】 得られた圧電／電歪膜型素子の圧電／電歪層表面を、電子顕微鏡で検査したところ、いわゆる被覆層の形成は観察されず、圧電／電歪層表面に開口する気孔は、開口状態が保持されていた。

【0078】

(実施例 2)

表面改質剤として、フッ素系高分子化合物を、ハイドロフルオロエーテルに 1 % (固形分濃度) 溶解したもの (菱江化学株式会社製 RFH-02) を用いたことの他は実施例 1 と同様にして圧電／電歪膜型素子を製造した。

【0079】 得られた圧電／電歪膜型素子の圧電／電歪層表面を、電子顕微鏡で検査したところ、いわゆる被覆層の形成は観察されず、圧電／電歪層表面に開口する気孔は、開口状態が保持されていた。

【0080】

(実施例 3)

表面改質剤として、フッ素系高分子化合物を、ハイドロフルオロエーテルに 0.2 % (固形分濃度) 溶解したもの (菱江化学株式会社製 RFH-10) を用いたことの他は実施例 1 と同様にして圧電／電歪膜型素子を製造した。

【0081】 得られた圧電／電歪膜型素子の圧電／電歪層表面を、電子顕微鏡で検査したところ、いわゆる被覆層の形成は観察されず、圧電／電歪層表面に開口する気孔は、開口状態が保持されていた。

【0082】

(実施例 4)

表面改質剤として、フッ素系高分子化合物を、ハイドロフルオロエーテルに 0.3 % (固形分濃度) 溶解し、更に着色剤を混合したもの (菱江化学株式会社製 RFH-10) を用いたことの他は実施例 1 と同様にして圧電／電歪膜型素子を

製造した。

【0083】 得られた圧電／電歪膜型素子の圧電／電歪層表面を、電子顕微鏡で検査したところ、いわゆる被覆層の形成は観察されず、圧電／電歪層表面に開口する気孔は、開口状態が保持されていた。

【0084】

(実施例5)

表面改質剤として、フッ素系高分子化合物をハイドロフルオロエーテル1%（固形分濃度）溶解し、更にポリテトラフルオロエチレン（PTFE）を0.2%（固形分濃度）分散混合したもの（全固形分濃度1.2%）（菱江化学株式会社製、RFH-10P）を用いたことの他は実施例1と同様にして圧電／電歪膜型素子を製造した。

【0085】 得られた圧電／電歪膜型素子の圧電／電歪層表面を、電子顕微鏡で検査したところ、いわゆる被覆層の形成は観察されず、圧電／電歪層表面に開口する気孔は、開口状態が保持されていた。

【0086】

(実施例6)

表面改質剤として、メタキシレンヘキサフロライドを主成分とするシリコン溶液（信越化学工業株式会社製、KP-801M、メタキシレンヘキサフロライド95%以上）を用いたことの他は実施例1と同様にして圧電／電歪膜型素子を製造した。

【0087】 得られた圧電／電歪膜型素子の圧電／電歪層表面を、電子顕微鏡で検査したところ、いわゆる被覆層の形成は観察されず、圧電／電歪層表面に開口する気孔は、開口状態が保持されていた。

【0088】

(実施例7)

表面改質剤として、3, 3, 3-トリフロロプロピルトリメトキシシラン（信越化学工業株式会社製、オルガノシランKBM-7103）を用いたことの他は実施例1と同様にして圧電／電歪膜型素子を製造した。

【0089】 得られた圧電／電歪膜型素子の圧電／電歪層表面を、電子顕微鏡

で検査したところ、いわゆる被覆層の形成は観察されず、圧電／電歪層表面に開口する気孔は、開口状態が保持されていた。

【0 0 9 0】

(実施例 8)

表面改質剤として、フッ素系高分子化合物の酢酸エチル溶液（株式会社アサヒ化学研究所製 C T - 3 0 1 S - 2）を用いたことの他は実施例 1 と同様にして圧電／電歪膜型素子を製造した。

【0 0 9 1】 得られた圧電／電歪膜型素子の圧電／電歪層表面を、電子顕微鏡で検査したところ、いわゆる被覆層の形成は観察されず、圧電／電歪層表面に開口する気孔は、開口状態が保持されていた。

【0 0 9 2】

(比較例 1)

表面改質を行わなかったことの他は、実施例 1 と同様にして圧電／電歪膜型素子を製造した。

【0 0 9 3】

(比較例 2)

表面改質剤に換え、シリコーンレジンからなるコート剤を塗付したことの他は、実施例 1 と同様にして圧電／電歪膜型素子を製造した。

【0 0 9 4】

(評価)

表面改質がなされず、かつコート層を有しない比較例 1 の圧電／電歪層は、絶縁性試験において、恒温恒湿槽内へ載置する前では、直流抵抗が数 1 0 M Ω であったのに対して恒温恒湿槽内へ載置した後では、数 K Ω に低下していた。一方、圧電／電歪層、基体、及び上部電極の上にコート層を積層した比較例 2 の圧電／電歪膜型素子は、恒温恒湿槽内へ載置する前後で、直流抵抗の低下が認められなかった。但し、恒温恒湿槽内に載置する前における屈曲変位は、比較例 1 の圧電／電歪膜型素子に比べて 1 0 % 低下していた。

【0 0 9 5】 これに対し、表面改質をした実施例 1 の圧電／電歪膜型素子は、恒温恒湿槽内へ載置する前後で、直流抵抗の低下は認められず、しかも、恒温恒

湿槽内に載置する前における屈曲変位は、コート層を有しない比較例 1 の圧電／電歪膜型素子に比べても全く低下していなかった。

【0096】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明によれば、圧電／電歪膜型素子の屈曲変位性能の低減をきたすことなく、圧電／電歪層の絶縁破壊や剥離もなく耐久性に優れる圧電／電歪膜型素子を提供することができる。特にいわゆるサンドイッチ型等の圧電／電歪層の数が少ない圧電／電歪膜型素子にあつては、圧電／電歪層上に被膜を形成する圧電／電歪膜型素子に比べ、圧電／電歪層の駆動を殆ど拘束せず、屈曲変位の低減が殆どない圧電／電歪膜型素子とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一の実施の形態を示す一部断面図である。

【図 2】 本発明の他の実施の形態を示す一部断面図である。

【図 3】 本発明の更に他の実施の形態を示す一部断面図である。

【図 4】 本発明の多層型の圧電／電歪膜型素子における一の実施の形態を示す一部断面図である。

【図 5】 本発明の多層型の圧電／電歪膜型素子における他の実施の形態を示す一部断面図である。

【図 6】 本発明の多層型の圧電／電歪膜型素子における更に他の実施の形態を示す一部断面図である。

【図 7】 図 1 に示す圧電／電歪膜型素子の一部拡大図である。

【図 8】 図 4 に示す圧電／電歪膜型素子の一部拡大図である。

【図 9】 本発明の他の実施の形態を示す一部拡大断面図である。

【図 10】 本発明の更に他の実施の形態を示す一部拡大断面図である。

【図 11】 本発明の圧電／電歪膜型素子において、電極の配置の一例を示す断面図である。

【図 12】 図 11 に示す圧電／電歪膜型素子の上面図である。

【図 13】 本発明の圧電／電歪膜型素子において、電極の配置の他の例を示す断面図である。

【図 14】 本発明の圧電／電歪膜型素子において、電極の配置の更に他の例を示す断面図である。

【図 15】 本発明の圧電／電歪膜型素子において、電極の配置の更に他の例を示す断面図である。

【図 16】 本発明の圧電／電歪膜型素子において、気孔が形成されている部分を示す一部断面図である。

【図 17】 本発明の圧電／電歪膜型素子において、圧電／電歪層と基体間に形成されている間隙を示す一部断面図である。

【図 18】 本発明の圧電／電歪膜型素子を用いた表示素子の一例を示す断面図である。

【図 19】 本発明の圧電／電歪膜型素子を用いたインクジェットプリンタヘッドの一例を示す断面図である。

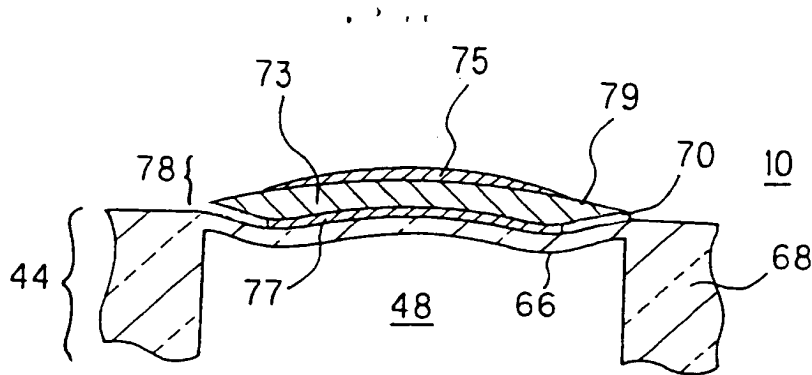
【図 20】 従来の圧電／電歪膜型素子の一例を示す一部断面図である。

【符号の説明】

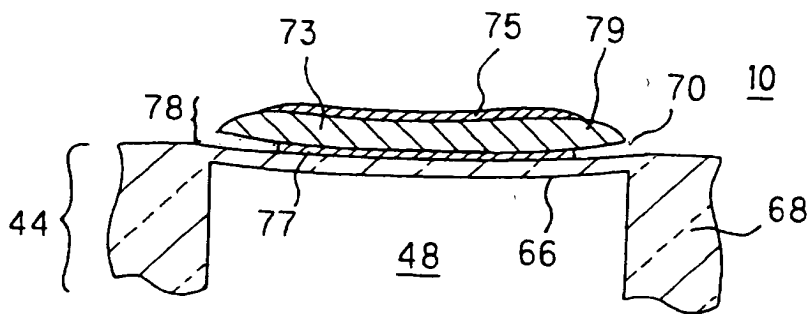
10…圧電／電歪膜型素子、20…圧電／電歪膜型素子、44…基体、48…キャビティ、66…振動部、68…固定部、70…圧電／電歪層と基体間の間隙、70(a)…間隙の開口部、71…圧電／電歪層、72…圧電／電歪層、73…圧電／電歪層、73(a)…間隙を形成する圧電／電歪層部位、75…電極、76…中間電極、77…電極、78…圧電／電歪作動部、79…突出部分、81…気孔、81a…開口部、81b…気孔の底部、91…水分、100…加圧室、111…インクノズル部材、112…ノズル孔、114…オリフィス孔、117…インク噴出用流路、118…インク供給用流路、120…駆動部、130…画素構成体、160…光源、180…光、175…電極、177…電極、200…光導波板、275…帯状の電極、277…平膜状の電極。

【書類名】 図面

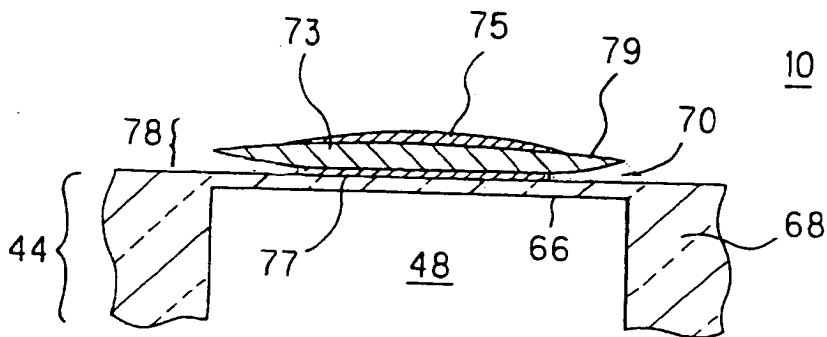
【図 1】



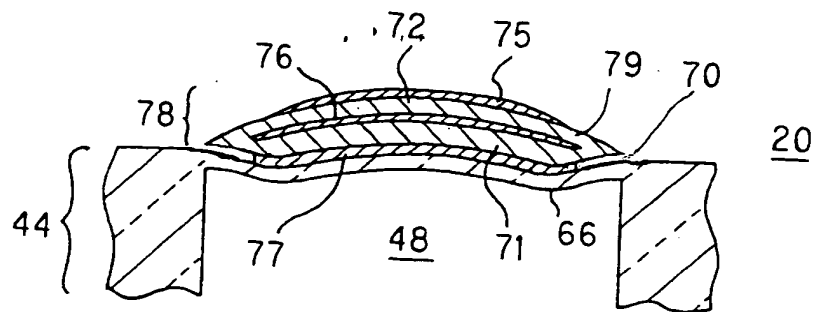
【図 2】



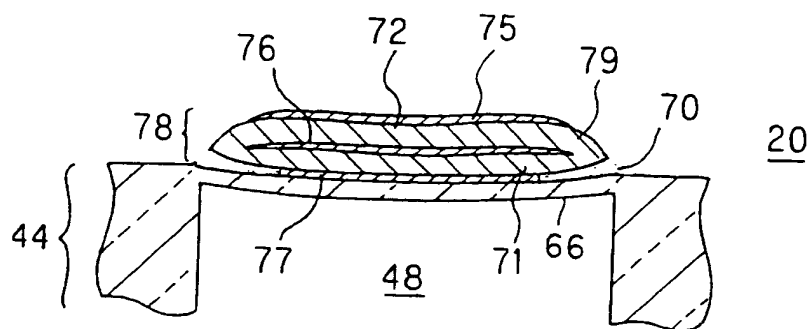
【図 3】



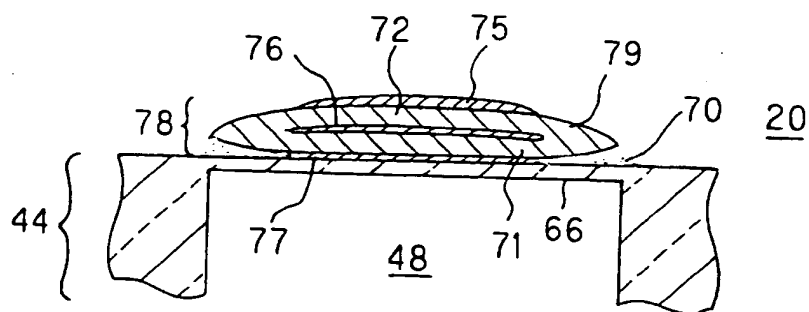
【図 4】



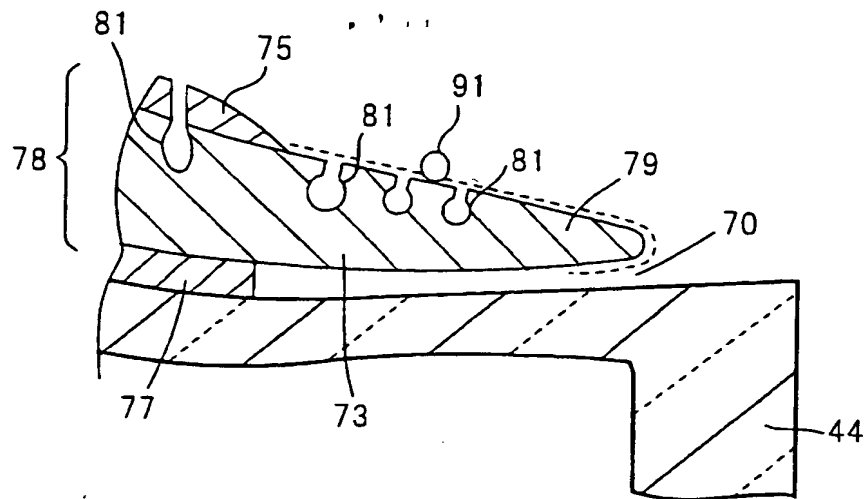
【図 5】



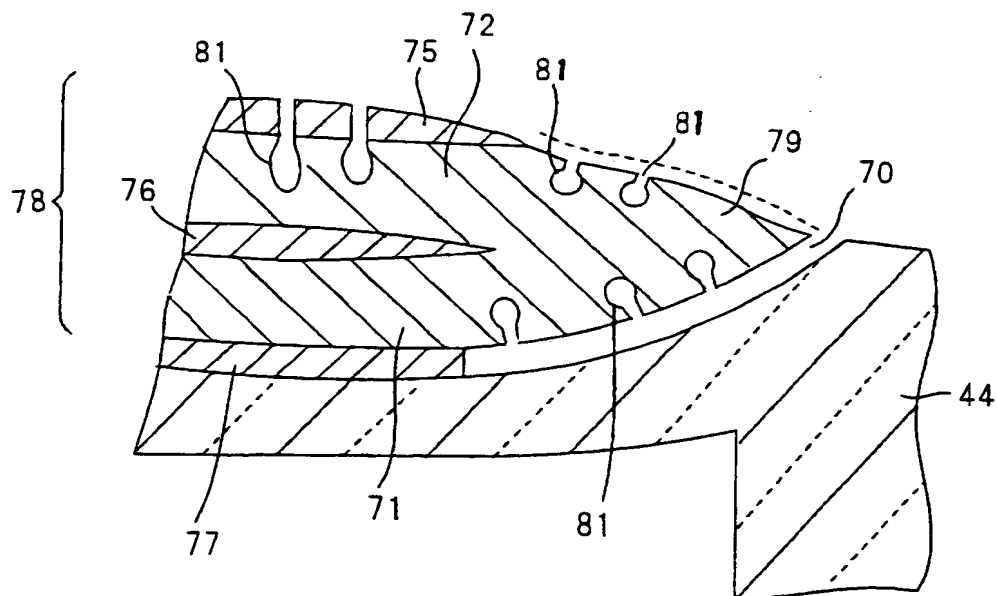
【図 6】



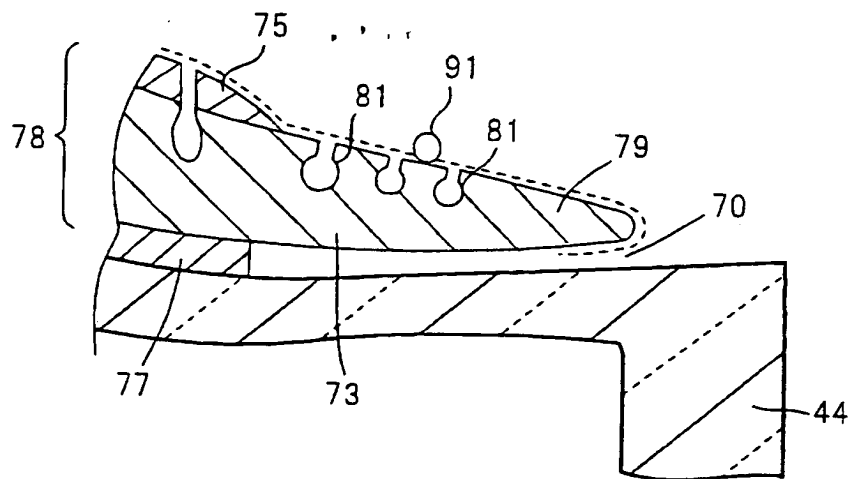
【図 7】



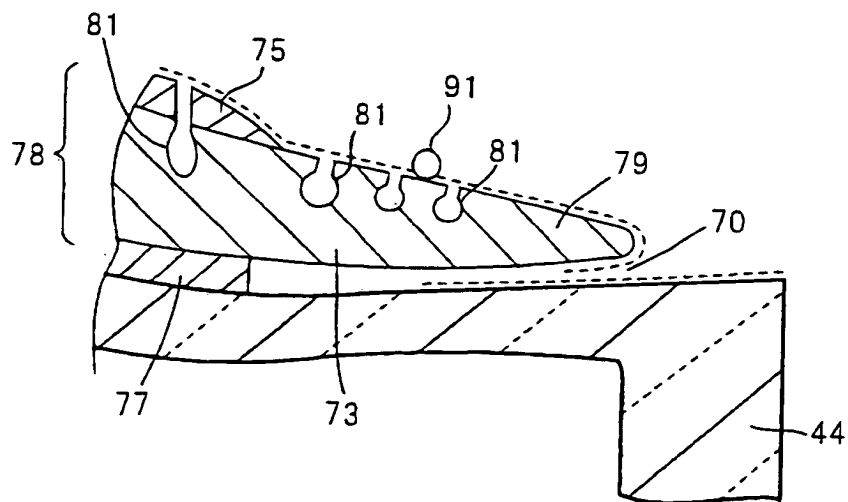
【図 8】



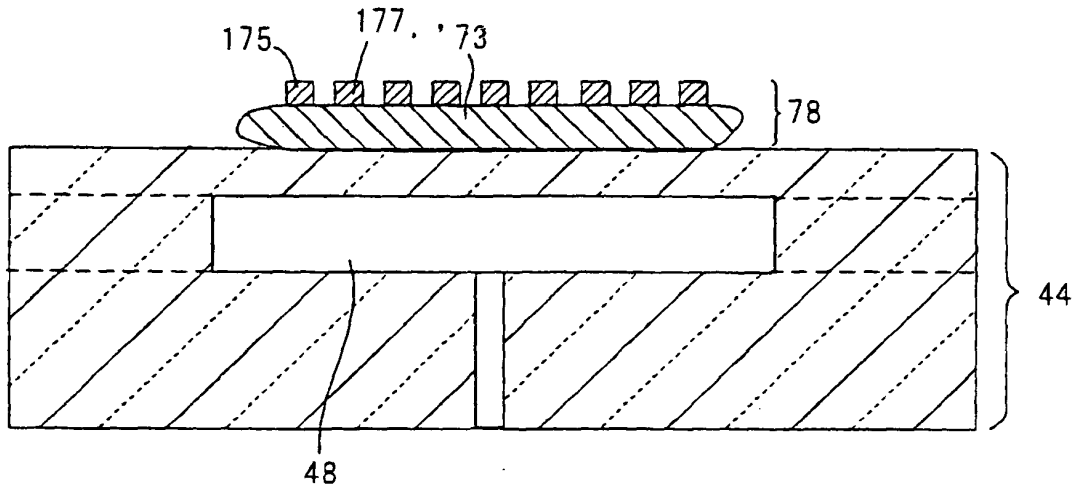
【図 9】



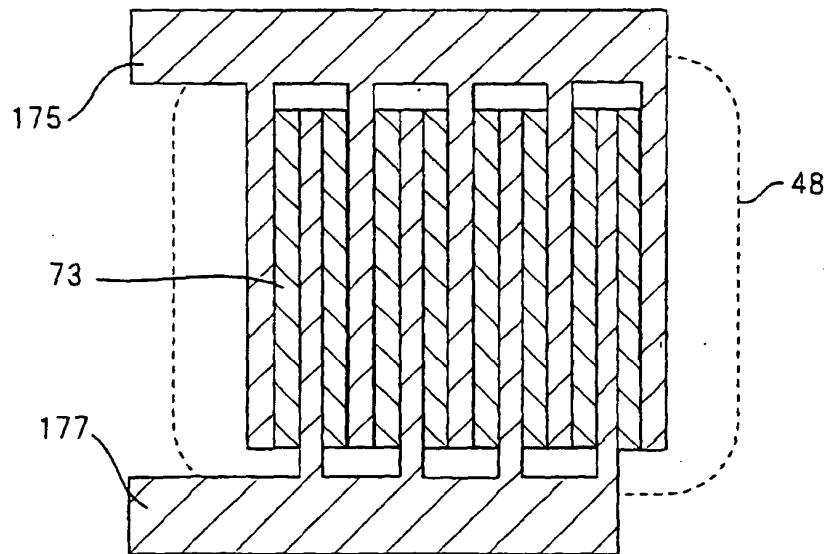
【図 10】



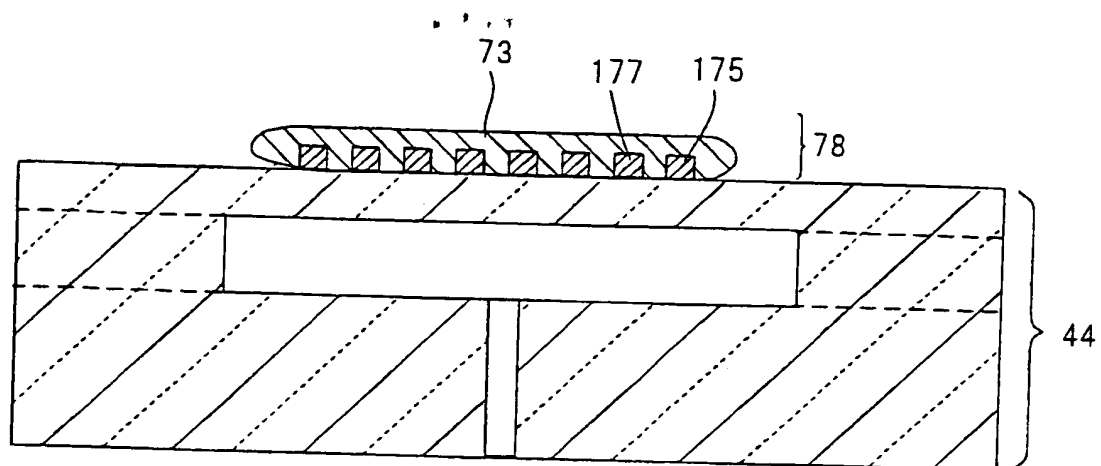
【図 11】



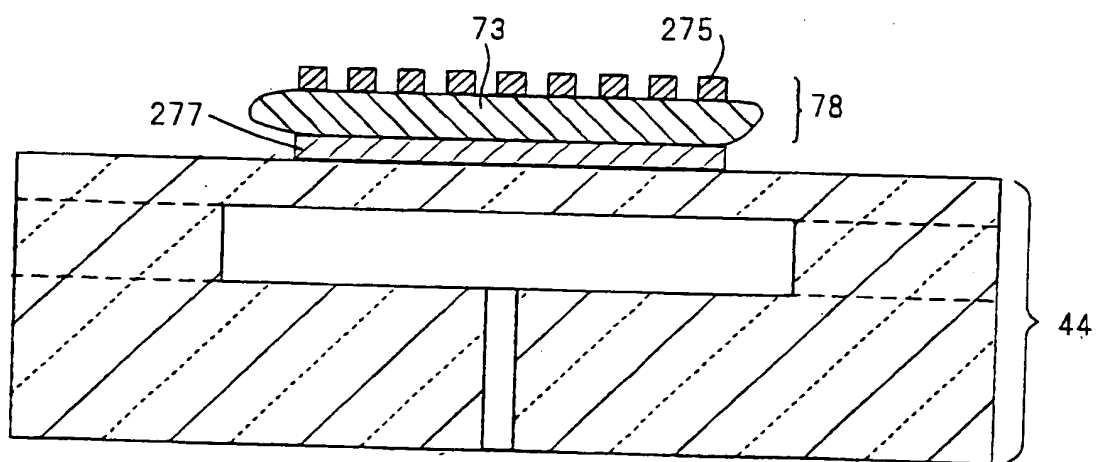
【図 12】



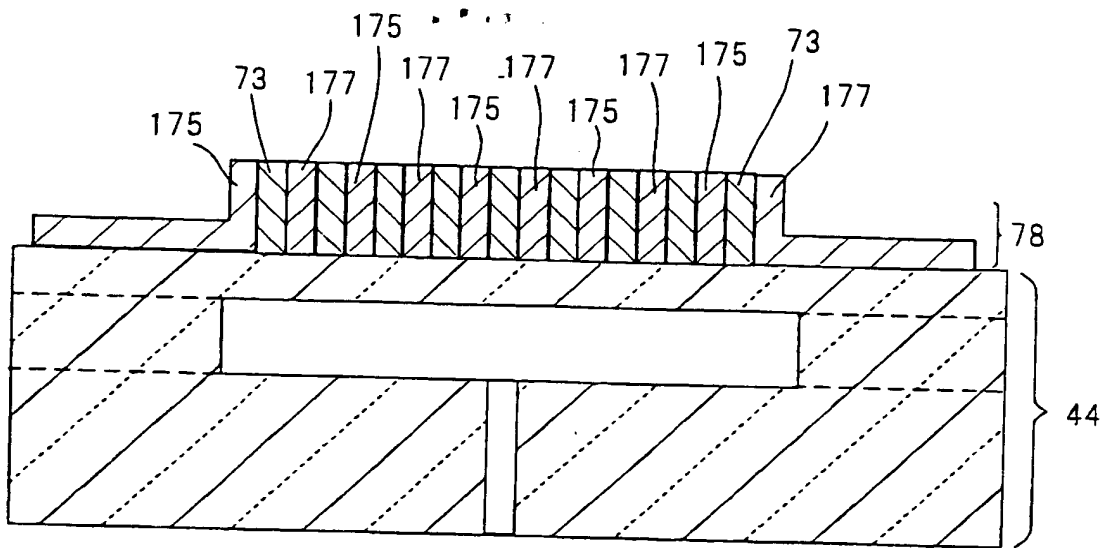
【図 13】



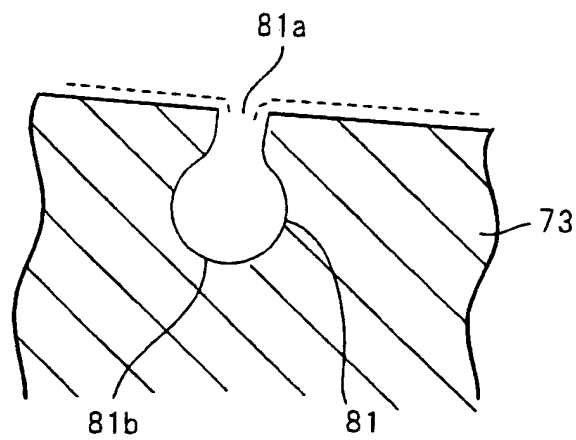
【図 14】



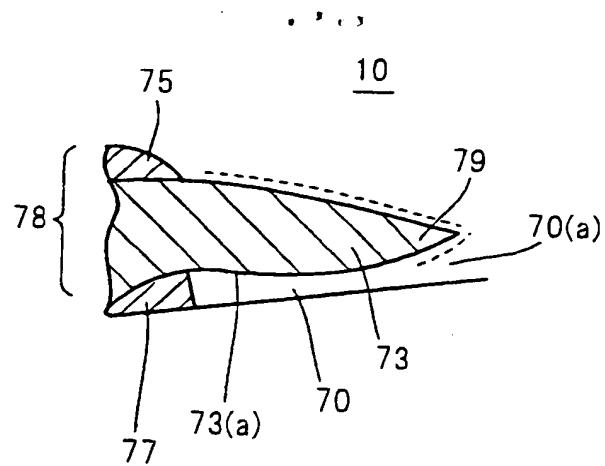
【図 15】



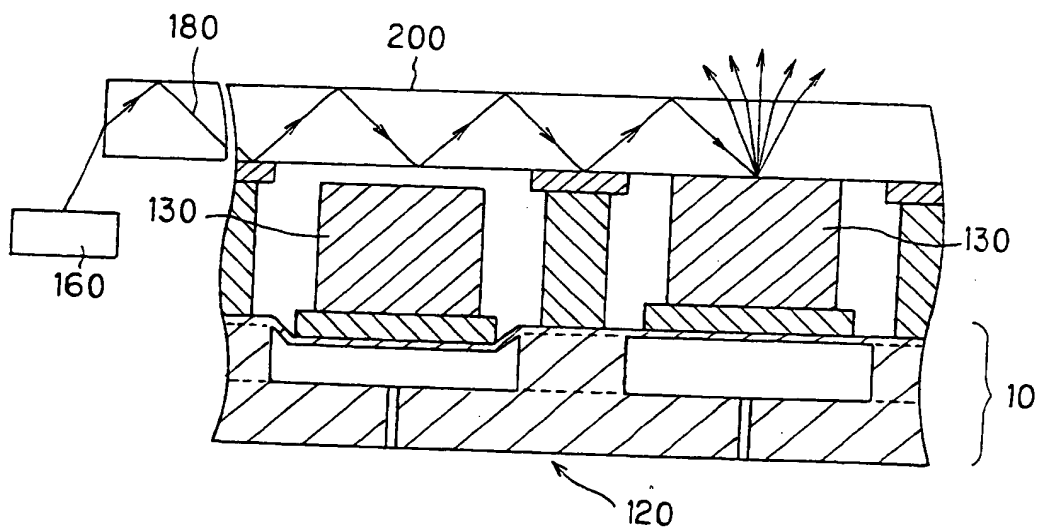
【図 16】



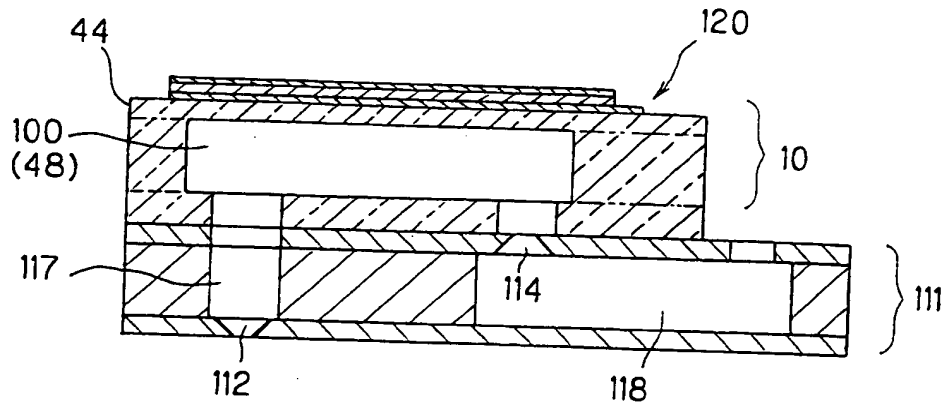
【図 17】



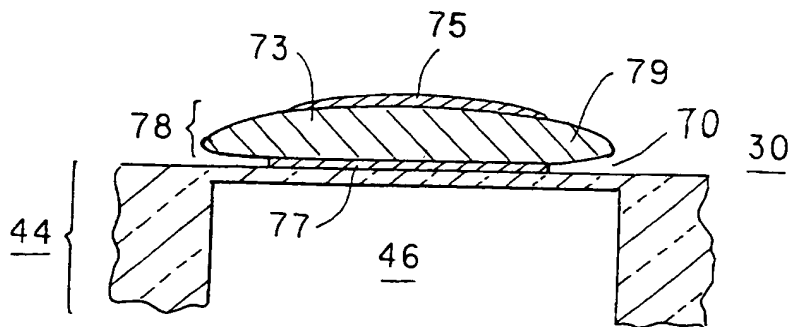
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の圧電／電歪膜型素子と同等以上の屈曲変位量及び耐久性を有しながら、極めて大きな共振周波数を有し、高速応答性に優れる圧電／電歪膜型素子の提供。

【解決手段】 セラミックスからなる基体と、該基体上に設けられた少なくとも一の圧電／電歪層と、該圧電／電歪層上に積層され、かつ該圧電／電歪層と電氣的に接続される少なくとも一对の電極を含む圧電／電歪作動部を備える圧電／電歪膜型素子において、少なくとも該圧電／電歪層と上部電極との外表面のいずれか一方に高撥水性表面が形成された圧電／電歪膜型素子により達成。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 6 5 3 3 4

出 願 人 履 歴 情 報

・ ・ ・

識別番号

[0 0 0 0 0 4 0 6 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号

氏 名

日本碍子株式会社